

## Dispositivo para o estudo do registro de tempo em câmeras astronômicas

### A device for the study of timestamps recording in astronomical cameras

**Derlei Jurandir da Silva**

[derleis@alunos.utfpr.edu.br](mailto:derleis@alunos.utfpr.edu.br)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

**Felipe Braga Ribas**

[fribas@utfpr.edu.br](mailto:fribas@utfpr.edu.br)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

#### RESUMO

O estudo de fenômenos transitórios em astronomia, tais como trânsitos, fenômenos mútuos entre satélites, ocultações estelares, entre outros, requerem uma marcação temporal com a maior exatidão possível. A observação de um mesmo evento, feita de diferentes locais sobre a Terra, é crucial para a determinação das características do objeto estudado. Infelizmente nem sempre os sistemas de inserção de tempo dos observadores é sincronizado, impedindo a análise conjunta dos dados. Além disso podem ocorrer atrasos durante a inserção do tempo na imagem, dependendo das características de cada sistema de captura. Tais erros são difíceis de quantificar a partir dos dados. Para evitar a existência e a propagação desses erros, é apresentado um dispositivo que tem por objetivo ser usado como referencial de tempo e que permite a determinação da diferença entre o tempo inserido pelo sistema de captura e o tempo no dispositivo, assim os erros sistemáticos inseridos pelo sistema de aquisição podem ser determinados e corrigido na análise dos dados. Além da construção do dispositivo, dois modelos de câmeras comumente utilizados em observações astronômicas foram caracterizados: Watec 910-HX e RunCam Night Eagle. Sendo possível obter o tempo de exposição e um fator de correção para o tempo inserido nas imagens de cada uma delas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Câmeras Astronômicas; Eventos Transitórios; Registro de Tempo.

#### ABSTRACT

The study of transient events in astronomy, for example: transits, mutual phenomena between satellites, stellar occultations, etc, requires as accurate as possible timestamp record. The observation of the same event, made in different locations at the earth surface is crucial in determining of the characteristics of the studied object. Unfortunately, not all the timestamps recording system are synchronized, hindering the joint analysis of data. Furthermore, delays can occur during the timestamp insertion, depending on specifications of each capture system Such errors are difficult to quantize using only the data. To prevent this errors propagation, this work introduces a device which aims to be used as a time referential and allows determining the difference between the timestamp inserted by the capture system and the time showed by the device. This way the systematic errors from the acquire system can be estimated and corrected during the data analysis. Beyond the building of the device, two models of astronomical cameras commonly used in observations were characterized: Watec 910-HX and RunCam Night Eagle. Being possible to obtain the exposure time and the correction factor for timestamp in both of them.

**KEYWORDS:** Astronomical Cameras; Transient Events; Time Record.

**Recebido:** 31ago. 2018.

**Aprovado:** 04out. 2018.

#### Direito autoral:

Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

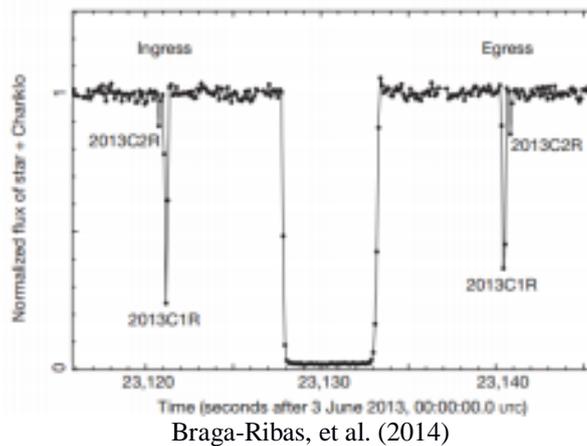


## INTRODUÇÃO

Quando se fala em astronomia, logo são lembradas as enormes grandezas envolvidas, o tamanho dos objetos, a distância entre eles, suas massas e idades são números muito grandes. Um número “astronômico”, em uma linguagem informal, é sinônimo de “gigantesco”. Não seria diferente com o tempo em eventos astronômicos. De fato, eventos como colisões de galáxias ou o nascimento e a vida de sistemas estelares envolvem centenas de milhões e até bilhões de anos, tais eventos são impossíveis de serem acompanhados no curso de uma vida.

Por outro lado, existem eventos que podem ser acompanhados em sua totalidade e que duram de frações de segundo até alguns dias, esses eventos são chamados de eventos transitórios, temos exemplo de eventos transitório tanto na atmosfera terrestre (como meteoros, *fireballs*, *flares*, bólidos, etc), quanto fora do sistema solar (pulsares, microlentes gravitacionais, supernovas, sistemas binários de estrelas, etc). Os fenômenos transitórios no sistema solar, foco do projeto de pesquisa, incluem trânsitos, eclipses, ocultações e fenômenos mútuos entre satélites. (CRAWFORD, 2014)

Figura 1: Curva de luz obtida em uma ocultação estelar



Quando um objeto bloqueia temporariamente o fluxo de luz de uma estrela que chega até um observador, é dito que ocorreu uma ocultação estelar. As ocultações estelares por pequenos corpos do sistema solar duram poucos segundos. Esse tipo de evento permite determinar a forma e tamanho do objeto ocultante, através disso pode-se calcular a densidade e o albedo, além de ser possível detectar a existência de uma atmosfera, de satélites ou de anéis ao redor do objeto. (ROQUES, et al., 2009) Durante um evento de ocultação estelar, vários astrônomos de diversos locais sobre a superfície da Terra se engajam em campanhas de observação para coletar a maior quantidade de dados possível. Cada observador obtém uma curva de luz (figura 1), que é a medida do



fluxo de luz emitida pela estrela em função do tempo, num processo chamado de fotometria.

Cada uma dessas curvas é representada graficamente como uma corda, que será posteriormente ajustada para se ter o formato e o tamanho do objeto. Esses dados são analisados em conjunto, por isso é imprescindível que a marcação de tempo esteja sobre o mesmo referencial de tempo e seja a mais precisa possível.

São usados dois tipos de câmeras em fotometria, as câmeras CCD e as câmeras de vídeo. As câmeras CCD geralmente são controladas por um software que as configura, lê os dados do sensor CCD, criam uma imagem FITS (*Flexible Image Transport System*) e inserem informações tais como tempo de exposição e a hora da captura, no cabeçalho da imagem. Esta imagem pode então ser lida em softwares usados para a fotometria.

A aquisição do tempo universal coordenado (UTC) em câmeras CCD pode ser feita tanto utilizando um GPS externo, quanto através da internet, usando o *Network Timing Protocol* (NTP) que pode ter uma precisão de até 10 ms, dependendo da velocidade de conexão da internet e do uso de um servidor NTP próximo, mas normalmente essa precisão é da ordem de 50 ms.

Já as câmeras de vídeo fornecem como saída uma composição de imagens que correspondem a um padrão de vídeo de TV (PAL/NTSC), então o sensor CCD faz o escaneamento das linhas requeridas de acordo com o padrão. Para se obter imagens no formato correto e com os dados necessários para a fotometria, se faz o uso de um sistema de captura com conversor e insersor de tempo, geralmente utilizando a constelação *Global Positioning System* (GPS).

Como visto, a necessidade de uma marcação de tempo precisa em eventos transitórios é indiscutível, para se ter um exemplo: A ocultação de uma estrela de magnitude 12.4 pelo centauro (10199) Chariklo, em 2013, revelou a existência de um sistema de anéis ao redor do corpo, as observações foram realizadas em observatórios espalhados pela Argentina, Brasil, Chile, e Uruguai.

Além do sistema inédito de anéis ao redor de um pequeno objeto do sistema solar, a observação também mostrou que a marcação do tempo em um dos telescópios localizados no Chile, o *Southern Astrophysical Research* (SOAR) apresentava uma discrepância quando comparado à outro observatório próximo, devido à isso a corda obtida não foi utilizada na determinação do tamanho e formato do corpo mesmo confirmando que houve uma ocultação.

Com o objetivo de determinar as discrepâncias e corrigi-las durante a análise dos dados foi proposto um dispositivo chamado *Southern Exposure Time Analyzer* (SEXTA) (BARRY, et al., 2015) Este trabalho conclui a montagem de uma réplica do dispositivo, que agora, completo, é utilizado na caracterização de dois modelos de câmera utilizados na aquisição de imagens astronômicas, Watec 910HX e RunCam NightEagle.

## METODOLOGIA

O SEXTA é um dispositivo para a verificação do *timestamp* de câmeras fotográficas, consiste basicamente em uma matriz de 500 LEDs que são acesos um de cada vez, de forma sequencial, mantendo cada um aceso por um intervalo



de tempo que pode ser ajustado dentre 4 pré-definidos (2, 4, 10 e 20 ms) de acordo com o chamado tempo de varredura.

A matriz começa a acender pelo canto superior esquerdo no segundo inteiro do tempo UTC, iluminando os LEDs pelas colunas, da esquerda para a direita, até o final da matriz, fazendo com que um ponto iluminado percorra toda a área da matriz, que é registrado pela câmera. A posição desse ponto em cada imagem é lida por um software, o SEXTAreader, e fornece uma marca temporal exata.

O dispositivo é montado com base na plataforma *open-source* Arduino, utilizando como componentes principais um Arduino Uno, um Arduino Mega, uma unidade GPS CAM-M8Q e displays de LEDs. Além desses componentes também foram utilizados vários componentes comuns em eletrônica, como resistores, capacitores, chaves, reguladores de tensão, etc. Alguns dos componentes não foram encontrados no mercado brasileiro, sendo necessário o uso de equivalentes ou até mesmo a importação. Os modelos de câmeras utilizados nesse trabalho são ambas câmeras de vídeo bastante utilizadas no registro de ocultação estelar, uma WATEC 910HX e uma RunCam Night Eagle.

Como são câmeras de vídeo, o uso de uma placa de captura e um insensor de tempo são necessários. A placa de captura utilizada é uma Pinnacle Dazzle Dvc 100, o insensor de tempo um IOTA-VTI e a conversão de AVI para FITS foi feita no software de aquisição de imagens SharpCapture. Para a caracterização da câmera são feitas imagens do painel do dispositivo, com a câmera posicionada defronte ao mesmo.

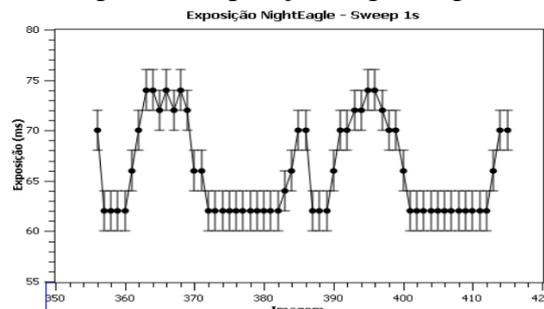
Após energizado o dispositivo exibe uma tela de inicialização necessária para o mapeamento do conjunto de LEDs no software por 10 segundos, além de mostrar informações como o tempo de varredura e a versão do *software* para o GPS. A varredura do painel de LED e a apresentação do tempo UTC iniciam logo após ao localização dos satélites GPS, porém é necessário mais um tempo para que o início da varredura seja sincronizado com o pulso por segundo do GPS e atualização do almanaque da constelação GPS.

As imagens obtidas são interpretadas pelo SEXTAreader, que lê os LEDs no painel e informa o tempo UTC de acordo com o dispositivo. O tempo inserido na imagem é então comparado com o tempo dado pelo dispositivo.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

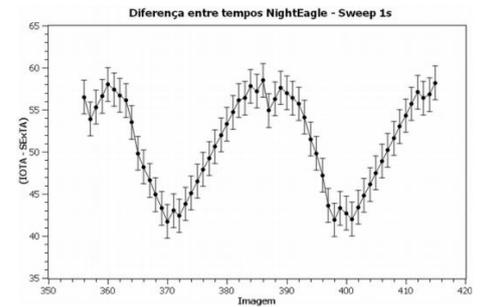
Em ambas as câmeras foram analisadas vários *frames*, com o tempo de varredura do dispositivo em 1 s, isso dá uma precisão de 2 ms no tempo com isso foi possível obter os gráficos da seguinte forma:

Figura 2: Exposição Night Eagle



Autoria própria (2018)

Figura 3: Diferença entre tempos



Autoria própria (2018)

Os tempos de exposição verificado em ambas as câmeras consistiu com o tempo de exposição esperado, e o fator de correção para cada uma se dá conforme a tabela abaixo:

Tabela 1 – Resultados obtidos

Câmera	Exposição (ms)	Correção (ms)
NightEagle	66	-51.4
910HX (1/60)	33	-24.6
910HX (4X)	66.1	-57.8
910HX (16X)	267.5	-158.9

Fonte: Autoria própria (2018).

### CONCLUSÕES

A marcação exata do tempo em eventos transitórios é de extrema importância para evitar que as incertezas relativas a essa variável possam prejudicar o resultado final, nesse trabalho foi possível fazer a caracterização de dois modelos de câmera utilizados em ocultação para que esses erros sejam corrigidos e a propagação deles possa ser evitada.

O conhecimento desse fator de correção e sua aplicação na análise de eventos transitórios torna possível minimizar as discrepâncias entre os valores obtidos com os valores reais das grandezas do objeto, tornando métodos como a ocultação estelar ainda mais precisos.

No futuro serão caracterizadas ainda mais câmeras comuns na observação de eventos transitórios, bem como a comparação da caracterização obtida por outros pesquisadores.



## REFERÊNCIAS

BARRY, M.A., GAULT, D. et al. **Verifying timestamps of occultation observation systems**. PASA, 32, E014, 2015.

BRAGA-RIBAS, F., SICARDY, B. et al. **A ring system detected around the Centaur (10199) Chariklo**. Nature, v. 508, n. 7494, p.72-75, 26 mar. 2014. Springer Nature.

CRAWFORD, C. **The Transient universe**. Nov. 2014. Museum of London.

ROQUES, F., BOISSEL, W. et al. **Exploration of the Outer Solar System by Stellar Occultations**. Earth, Moon, And Planets, v.105, n. 2-4, p.201-208, 27 jun. 2009. Springer Nature.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Conselho Nacional de Pesquisa Científica (CNPq), ao Observatório Nacional (ON), ao prof. Dr. Felipe Braga Ribas, ao Tony Barry e Dave Gault.